

基于烟丝填充值的卷烟重量设计模型研究

Designing model for cigarette weight based on filling power of cut tobacco

向虎 何孝强 刘戈弋 李绍臣 杨涛 王龙 郭阁

XIANG Hu HE Xiao-qiang LIU Ge-yi LI Shao-chen YANG Tao WANG Long GUO Ge

(红云红河烟草〔集团〕有限责任公司曲靖卷烟厂, 云南 曲靖 655001)

(Qujing Cigarette Factory, HongyunHonghe Tobacco〔Group〕Co., Ltd., Qujing, Yunnan 655001, China)

摘要:为设计合理的卷烟重量,以烟丝填充值为基础,结合卷烟规格、滤棒重量、卷烟纸规格、接装纸规格和平准盘规格建立卷烟重量设计模型。结果表明:①根据该模型设计的卷烟重量生产出的成品烟支具有适宜的硬度及符合范围要求的物理指标;②卷烟感官质量评价得分达到设计要求,而且评吸过程中未出现燃烧锥掉落、烟支空松等质量问题。该模型设计的卷烟重量既能保证成品卷烟的物理指标和感官质量,又能尽量减少烟丝的消耗。

关键词:卷烟重量;填充值;硬度;平准盘

Abstract: To design a suitable cigarettes weight, on the basis of filling power of cut tobacco, build designing model for cigarette unit weight considering the specification of cigarette, cigarette paper, tipping paper, creteur and the weight of filter rod. The examples indicated that the hardness of the cigarette whose weight designed by the model is suitable. By evaluation, the sensory quality of the cigarette meets the design requirements, and nothing quality defects such as loose-end and fall of burning cone appeared during the process of evaluating. The unit cigarette weight designed by the model could not only guarantee the physical index and sensory quality of cigarette, but also reduce consumption as possible, the model provides a reference for designing suitable cigarettes unit weight.

Keywords: cigarette unit weight; filling power; hardness; creteur

卷烟重量是卷烟重要指标之一^[1],卷烟重量设计的合理与否,直接关系到成品卷烟的物理指标和感官质量^[2]。烟支重量不足,就会导致烟支空头、竹节、吸阻过小、燃烧锥掉落等情况;烟支重量过重,又会导致烟支吸阻过大、焦油量和烟丝消耗量增大等情况^[3-4],因此合理的烟支重量无论对成品

烟支的物理指标还是感官质量都至关重要。目前,设计卷烟重量主要有根据烟支硬度^[5]、吸阻^[6]或烟气指标^[7]设计卷烟重量。上述方法都需建立卷烟重量与其他指标的线性回归方程,并根据相关指标的标准值设计卷烟重量,相比传统的根据经验设计卷烟重量更加科学合理,但卷烟重量与其他指标的线性方程受烟丝质量(包括烟丝原料、烟丝结构等)、卷烟材料和烟支规格影响较大,导致以上方法只能对与拟合回归方程所用卷烟的烟丝质量、卷烟材料和烟支规格相近的卷烟进行重量设计。当烟丝质量、卷烟材料和烟支规格发生较大变化时,该回归方程预测结果可能出现较大偏差,需要对该卷烟重新卷制、试验,拟合新的回归方程设计其卷烟重量。

科学合理的卷烟重量设计需要综合考虑烟丝质量、卷烟材料和烟支规格等。本试验拟以烟丝填充值^[8-9]为基础,结合卷烟材料和烟支规格对烟支结构进行深入研究,进而建立适应不同烟丝质量、卷烟材料和烟支规格的卷烟重量设计模型。

1 模型构建

一支完整的卷烟由烟丝、滤棒、卷烟纸、接装纸、搭口胶以及接嘴胶构成,烟丝部分又分为引燃端、烟支中段和接嘴端,由于其构成不同需对烟支两端和中段的烟丝量分别进行计算,根据烟支的构成方式,构建卷烟重量设计模型。

1.1 计算烟支两端烟丝量 m_1

1.1.1 烟丝填充值降低比例 吸丝成型过程中,成品烟丝通过风力送丝系统和卷烟机供丝系统会造成一定程度的烟丝造碎,导致成品烟丝填充值会有一定程度的降低,因此成品烟丝填充值无法准确计算烟支内烟丝含量。在吸丝成型过程中供丝系统提供的烟丝量大于卷制烟支的实际需求量,多余部分由平准器修整下来,并通过回丝装置返回供丝系统^[5],根据回丝形成过程,可以认为回丝填充值与进入烟条内的烟丝填充值是相近的,因此以回丝填充值来计算烟支内烟丝含量会更加准确。但是在烟支卷制前只有成品烟丝填充值是可以测量的,因此可以通过计算不同品牌卷烟成品烟丝与回丝填充值的差值得到烟丝填充值降低比例的经验值,

作者简介:向虎,男,红云红河烟草〔集团〕有限责任公司曲靖卷烟厂工程师,本科。

通信作者:何孝强(1988—),男,红云红河烟草〔集团〕有限责任公司曲靖卷烟厂质量工程师,硕士。

E-mail: chu785072922@qq.com

收稿日期:2017-08-15

降低比例根据成品烟丝填充值与平准盘削减回丝填充值的差值计算,计算公式为:

$$r = \frac{tc_1 - tc_2}{tc_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

- r ——烟丝填充值降低比例,%;
- tc_1 ——成品烟丝填充值, cm^3/g ;
- tc_2 ——回丝填充值, cm^3/g 。

在预测某品牌卷烟重量时,以生产该卷烟的同种机型和相近烟叶配方等级的成品烟丝填充值降低比例为参考值进行计算。

1.1.2 引燃端烟丝掉落比例 卷烟在吸丝成型过程中,为了避免烟支在切割和输送过程中产生空头,平准盘设计有凹槽在烟支引燃端或接嘴端形成紧头,紧头位置的烟丝含量大于烟支中段的烟丝含量,因此需要单独计算烟支两端的烟丝含量。在计算紧头位置烟丝含量时要考虑含有不同凹槽的平准盘^[10],常用平准盘为6凹槽或3凹槽,如果平准盘规格为3凹槽,则烟支只有引燃端一个紧头;如果平准盘规格为6凹槽,则烟支有引燃端和接嘴端两个紧头。此外,在烟支切割和输送过程中会产生烟支两端部分烟丝掉落,因此在计算烟支两端烟丝量时还要考虑掉落部分的烟丝量。选取国内在售的一、二、三类卷烟共11个牌号(a~k),利用德国TEWS公司MW4420型微波水分密度测量仪测量各牌号200支卷烟密度,绘出各牌号烟支平均密度曲线图,见图1。

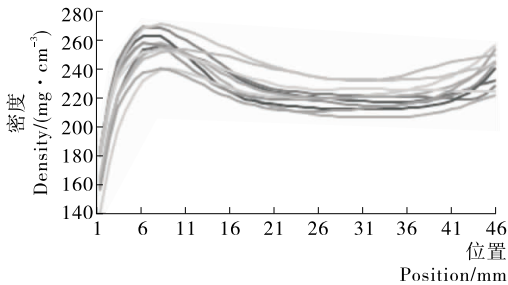


图1 平均密度曲线
Figure 1 Average density curve

理论上,如果烟支引燃端未发生烟丝掉落,则紧头位置的密度分布应该呈现由高到低的趋势,但是从图1可以看出,0~10 mm端烟支平均密度曲线呈现出由低到高的趋势,这是因为端部烟丝的掉落。根据重量计算公式($m = \rho v$),当体积 v 一定时,重量 m 的变化可以用平均密度 ρ 来表示,因此引燃端紧头位置的烟丝掉落比例可以通过烟支紧头位置的平均密度和最大密度来计算,计算公式为:

$$p = \frac{\bar{\rho}}{\rho_{\max}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

- p ——紧头位置烟丝掉落比例,%;
- $\bar{\rho}$ ——紧头位置平均密度, mg/cm^3 ;
- ρ_{\max} ——紧头位置最大密度, mg/cm^3 。

根据各牌号烟支引燃端紧头密度计算的平均掉落烟丝量见表1。

表1 紧头平均掉落烟丝量

Table 1 Average tobacco loss from dense end

卷烟牌号	紧头平均密度/ ($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$)	紧头最大密度/ ($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$)	紧头烟丝掉落 比例/%
a	222.77	255.22	13
b	234.24	256.99	9
c	243.09	267.66	9
d	228.11	261.52	13
e	228.11	255.89	11
f	206.06	239.59	14
g	226.03	253.63	11
h	231.29	252.13	8
i	227.96	252.21	10
j	212.77	239.42	11
k	240.69	270.01	11
平均值			11

由表1可知,烟支引燃端平均烟丝掉落比例约占紧头烟丝量的11%。

1.1.3 接嘴端烟丝掉落比例 如果平准盘为6凹槽,则烟支接嘴端紧头构造与点燃段紧头相同,同样采用11%的紧头段烟丝掉落比例进行计算;如果平准盘为3凹槽,则需重新考虑烟支接嘴端的烟丝掉落量。因为接嘴端烟支密度受水松纸的影响测量误差较大,所以不能直接利用3凹槽烟支的接嘴端密度值对烟丝掉落比例进行估算。但接嘴端密度和烟支中部密度相近,如果将烟支紧头位置移到烟支中部,使烟支引燃端不再是紧头而是烟支中部,则试验得出的烟支引燃端的烟丝掉落比例可看作是3凹槽的非紧头接嘴端烟丝掉落比例。为此,选取5个不同牌号卷烟进行试验,每个牌号在同一批次烟丝中取正常生产卷烟200支,然后调整卷烟机平准盘凹槽与切刀的相对位置使烟支紧头位置发生偏移,从而使烟支的切割位置避开紧头,取紧头偏移烟支200支,分别测量其烟支密度,结果见图2。

紧头偏移后,理论上烟支引燃端的密度应该与正常烟支中段的密度接近,但是从图2可以看出,紧头偏移烟支的接嘴端密度呈现由低到高的趋势。这是由于切割时烟丝的掉落导致。对比图2中2条曲线可以看出,紧头偏移烟支在10 mm处达到正常烟支中段的平均密度,因此可以认为紧头偏移烟支的接嘴端烟丝掉落发生在0~10 mm段,也就可

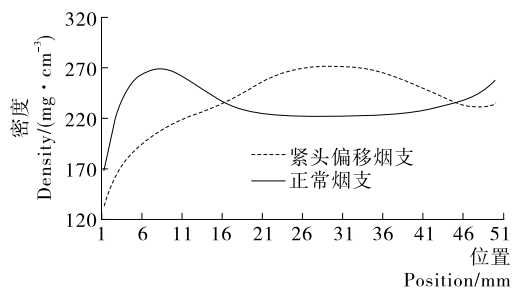


图2 紧头偏移烟支平均密度曲线

Figure 2 Average density curve of dense end deviation cigarette

以将烟支该段位置的烟丝掉落比例作为 3 凹槽卷烟接嘴端的烟丝掉落比例,计算时以平均密度的比值来计算烟丝掉落比例,见表 2。

由表 2 可知,3 凹槽平准盘烟支接嘴端的烟丝掉落比例为 10 mm 长非紧头烟支密度的 13%。综上所述,在计算烟支两端烟丝量时,如果平准盘规格为 6 凹槽,则引燃端和接嘴端体积都按平准盘凹槽体积+紧头对应的烟支体积来计算;如果平准盘规格为 3 凹槽,则引燃端体积按平准盘凹槽体积+紧头对应的烟支体积计算,接嘴端体积按 10 mm 长的烟支体积来计算。由于平准盘凹槽规格各异,因此采用积分的方法计算平准盘凹槽的体积,烟支两端烟丝量的计算公式为:

$$m_1 = \frac{\left\{ \int_0^{d_1} s_1(h) dh + \pi \left(\frac{c}{2\pi} \right)^2 \frac{l_1}{2} + i \times \left[\int_0^{d_2} s_2(h) dh + \pi \left(\frac{c}{2\pi} \right)^2 \frac{l_2}{2} \right] \right\} \times (1 - 11\%) + (1 - i) \times \pi \left(\frac{c}{2\pi} \right)^2 \times 10 \times (1 - 13\%)}{f \times (1 - r) \times 1\,000} \quad (3)$$

式中:

m_1 ——烟支两端烟丝含量,g;

d_1 ——平准盘引燃端凹槽深度,mm;

h ——平准盘凹槽深度,mm;

$s_1(h)$ ——平准盘引燃端凹槽关于深度的面积函数;

c ——烟支圆周,mm;

l_1 ——平准盘引燃端凹槽弧长,mm;

i ——指示变量,当平准盘为 3 凹槽时等于 0,当平准盘为 6 凹槽时等于 1;

d_2 ——平准盘接嘴端凹槽深度,mm;

$s_2(h)$ ——平准盘接嘴端凹槽关于深度的面积函数;

l_2 ——平准盘接嘴端凹槽弧长,mm;

f ——成品烟丝填充值, cm^3/g ;

r ——成品烟丝填充值降低比例,%。

1.2 计算烟支中段烟丝量 m_2

烟支中段为除去引燃端和接嘴端的烟支部分,如果对应平准盘为 6 凹槽,则烟支中段长度为烟支长度减去滤嘴长度和平准盘凹槽引燃端、接嘴端弧长的一半;如果平准盘为 3 凹槽,则烟支中段长度为烟支长度减去滤嘴长度再减去 10 mm,因此烟支中段所需烟丝量的计算公式为:

$$m_2 = \frac{\pi \left(\frac{c}{2\pi} \right)^2 \left[l - l_3 - \frac{l_1}{2} - \frac{l_2}{2} i - 10(1 - i) \right]}{f \times (1 - r) \times 1\,000} \quad (4)$$

式中:

m_2 ——烟支中段所需烟丝量,g;

l ——烟支长度,mm;

l_3 ——滤嘴长度,mm;

i ——指示变量,当平准盘为 3 凹槽时等于 0,当平准盘为 6 凹槽时等于 1。

1.3 计算滤棒重量 m_3

滤棒重量按 GB/T 22838.4—2009 规定的方法进行测量和计算。

1.4 计算卷烟纸、接装纸重量 m_4

卷烟纸、接装纸重量根据其规格进行计算:

表 2 烟支非紧头位置平均掉落比例

Table 2 Average tobacco loss rate from non-dense end

卷烟 牌号	平均密度/($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$)		1~10 mm 段烟支 烟丝掉落比例/%
	1~10 mm 段烟支	紧头未偏移烟支中段	
a	191.79	220.45	13
b	177.92	209.32	15
c	186.14	216.44	14
d	197.89	224.87	12
e	188.10	211.35	11
平均值			13

$$m_4 = m_p \times l_p \times (l - l_3) + m_s \times \frac{l_s}{2} \times (c + l_d) \quad (5)$$

式中:

m_4 ——单支卷烟的卷烟纸和接装纸重量,g;

m_p ——卷烟纸单位面积重量, g/mm^2 ;

l_p ——卷烟宽度,mm;

m_s ——接装纸单位面积重量, g/mm^2 ;

l_s ——接装纸宽度,mm;

l_d ——接装纸搭口宽度,mm。

1.5 计算搭口胶、接装胶重量 m_5

对不同规格的成品卷烟烟支分别称重测量,减去烟丝、滤棒、卷烟纸和接装纸重量得到不同卷烟规格搭口胶、接装胶的经验重量。

1.6 卷烟重量计算模型

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \quad (6)$$

2 实验验证

为验证卷烟重量设计模型的有效性和准确性,利用不同实例对模型进行验证。实例 1:以生产多年的成熟卷烟品牌为例,通过模型设计的卷烟重量与现行标准重量进行对比验证;实例 2:以新开发的卷烟品牌为例,根据模型设计的卷烟重量,通过检测成品烟支物理指标和感官品质进行验证。

测量仪器:borgwaldt-kc 型综合测试台(德国 Borgwaldt 公司),XS603S 型电子天平(感量 0.001g,瑞士 Mettler Toledo 公司),YDZ 430 型烟丝填充值测定仪(郑州嘉德机电科技有限公司)。

填充值测量方法:按照 YC/T 152—2001 规定方法进行测量。

2.1 实例 1

以生产多年的云烟某品牌卷烟为样品设计其单支重量,并与实际检测重量进行对比验证。

首先获取卷烟设计指标见表 3。

经测量该牌号成品烟丝填充为 $4.56 \text{ cm}^3/\text{g}$,相近配方成品烟丝填充值降低比例为 3%,单支滤棒重量测量结果为

0.154 g,卷烟纸、接装纸重量为 0.074 8 g,与该牌号卷烟相同规格的搭口胶、接装胶经验重量为 0.006 g,根据式(6)计算卷烟重量为 0.887 g。

经统计,红云红河集团质量监督检测分站 2016 年对该牌号卷烟重量共检测 23 097 次,检测平均值为 0.883 g/支。根据成品卷烟质量检测结果,该牌号卷烟在生产过程中烟支未出现燃烧锥掉落、烟支空松等质量问题,且吸阻、硬度指标

和卷烟感官质量均满足产品设计要求,而模型设计的卷烟重量为 0.887 g,与检测结果仅相差 0.004 g/支,相对误差为 0.45%,因此模型设计卷烟重量的方法是可靠的。

2.2 实例 2

以新研发的云烟某品牌卷烟为样品设计其单支重量,并检测和评价其物理指标和感官质量。

首先获取烟支设计指标见表 4。

表 3 烟支设计指标

Table 3 Design indexes of cigarette

卷烟长度/ mm	滤嘴长度/ mm	卷烟周长/ mm	烟支搭口宽/ mm	卷烟纸		接装纸	
				定量/(g·m ⁻²)	宽度/mm	定量/(g·m ⁻²)	宽度/mm
84.0	25.0	24.30	2.20	28.0	26.50	36.5	64.0

表 4 烟支设计指标

Table 4 Design indexes of cigarette

卷烟长度/ mm	滤嘴长度/ mm	卷烟周长/ mm	烟支搭口宽/ mm	卷烟纸		接装纸	
				定量/(g·m ⁻²)	宽度/mm	定量/(g·m ⁻²)	宽度/mm
84.0	30.0	24.25	2.25	27.0	26.50	38.5	74.0

经测量,该牌号成品烟丝填充为 4.42 cm³/g,相近配方成品烟丝填充值降低比例为 3%,单支滤棒重量测量结果为 0.224 g,卷烟纸、接装纸重量为 0.076 5 g,与该牌号卷烟相同规格的搭口胶、接装胶经验重量为 0.006 g,根据式(6)计算卷烟重量为 0.917 g。

按预测结果作为卷烟重量标准进行试生产,并对其成品烟支进行物理指标检测,结果见表 5。

表 5 物理指标检测表

Table 5 Test result of cigarette physical indexes (n=30)

指标	重量/ g	圆周周 长/mm	吸阻/ kPa	通风率/ %	长度/ mm	硬度/ %
最大值	0.935	24.37	1.063	33.9	84.22	68.5
最小值	0.883	24.17	0.996	26.3	83.80	62.9
平均值	0.916	24.28	1.028	30.9	84.03	66.4
标准差	0.015	0.05	0.034	2.3	0.12	1.8

由表 5 可知,烟支吸阻、硬度均处于适宜水平。通过评吸人员评吸、打分,该品牌卷烟感官质量评价得分达到设计要求,评吸过程中未出现燃烧锥掉落、烟支空松等质量问题,因此模型设计的单支重量是适宜的。

3 结论

以烟丝填充值为基础,结合卷烟规格、滤棒重量、卷烟纸规格、接装纸规格和平准盘规格建立了卷烟重量设计模型。通过实例验证,以该模型计算出的烟支重量要求进行卷烟既能保证成品烟支的物理指标和感官质量,又能合理利用烟丝,减少不必要的烟丝的消耗,节约成本。该模型不仅避免了依靠经验设计卷烟重量造成的原辅材料消耗和质量隐患,又为合理的卷烟单支质量设计提供了科学的参考依据。

参考文献

- [1] 魏步健. 烟支重量的重要性及其相关性[J]. 烟草科技, 2000(3): 6-8.
- [2] 吴志英, 李力, 李东亮, 等. 卷烟单支重量、吸阻、通风率与感官质量的关系分析[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(2): 49-53.
- [3] 赵同林, 李兵役, 田兴友, 等. 烟支密度与烟支重量、吸阻、硬度及标准偏差的关系[J]. 烟草科技, 2005(4): 13-15.
- [4] 倪克平, 范铁楨, 王涛. 卷烟硬度、吸阻与单支重相关性分析[J]. 烟草科技, 2002(3): 9-13.
- [5] 于建军. 卷烟工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009: 13.
- [6] 席级荣. 浅谈烟支重量标准的制定方法[J]. 烟草科技, 1989(4): 31-32.
- [7] 李娟, 王建民, 张天栋, 等. 烟支质量及相关指标标准值的系统化设计[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2011, 26(5): 84-87.
- [8] 唐军, 唐丽, 周冰, 等. 烟丝填充值与烟支重量及稳定性的相关分析[J]. 安徽农业科学, 2014 (18): 5 977-5 979.
- [9] DAVIS D L, NIELSEN M T. 烟草—生产, 化学和技术[M]. 国家烟草专卖局科教司, 中国烟草科技信息中心, 译. 北京: 化学工业出版社, 2002: 10-200.
- [10] 熊安言, 李春光, 许绍迅, 等. ZJ17 卷接机组不同规格平准器对烟支质量的影响[J]. 烟草科技, 2011(11): 14-18.